

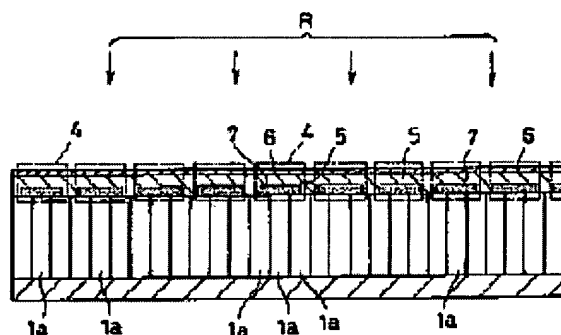
## RADIATION DETECTOR

**Patent number:** JP10221456  
**Publication date:** 1998-08-21  
**Inventor:** SAWADA RYOICHI; WADA MIKIO; ADACHI SUSUMU  
**Applicant:** SHIMADZU CORP  
**Classification:**  
- international: G01T1/20; A61B6/00; G01T1/28  
- european:  
**Application number:** JP19970024830 19970207  
**Priority number(s):**

### Abstract of JP10221456

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the detection sensitivity of a radiation detector without reducing a resolution.

**SOLUTION:** In a radiation detector, a photoelectric conversion element array 2 made of amorphous Se is provided on the upper surface side of a fiber optical plate (FOP) 1 and a scintillator sheet 3 is provided on the lower surface side of the FOP 1. Radiation enters from the side of the photoelectric conversion element array 2. An electrical signal that is obtained by directly converting incidence radiation by an a-Se film 5 merges with an electrical signal that is obtained by converting incidence radiation to light by the scintillator sheet 3 and are taken out as the detection signal of the photoelectric conversion element array 2. Light that is generated by the scintillator sheet 3 is guided to the photoelectric conversion element array 2 via the FOP 1, thus avoiding a crosstalk.



CFO 14248 US  
November 12, 2003

Translation of Paragraphs [0025], [0026] and [0033]

[0025] In addition, in the radiation detector of the embodiment, a signal reading-out portion 10 for reading out a signal detected by a photoelectric conversion element array 2 is also disposed on a side of an upper surface of an FOP 1 as shown in Fig. 2. This signal reading-out portion 10 comprises a TFT array 11 and a shift register 12.

In the TFT array 11, TFTs (thin-film MOS Transistor) 13 are arranged so that each TFT 13 corresponds to each one of photoelectric conversion elements 4. In each TFT 13, a drain thereof is connected to an electrode of each photoelectric conversion elements, a source is connected to a common line 15 which is connected to a signal output terminal 14, and a gate is connected to a corresponding terminal of the shift register 12.

[0026] A manufacturing method of the radiation detector of the embodiment is as follows:

The photoelectric conversion element array 2 is formed by forming on the FOP 1 a multilayer including a deposited thin layer for the electrode 7, an a-Se layer 5 and a Cr thin layer for a common electrode 6 with patterning being performed according to the need. And then, the TFT array 11 and shift register 12 for the signal output portion 10 are arranged. Subsequently, a scintillator sheet 3 is bonded to the lower surface of the FOP 1 using adhesive or the like.

[0033] Next, a radiation detector of an another embodiment will be explained with reference to the drawings. Fig. 5 shows top view of a main portion of a radiation detector of a two-dimensional array type, when viewed from an radiation incident side. The radiation detector of the present embodiment is of the two-dimension array type, so that large number (several hundreds to several thousands) of photoelectric conversion elements 4 are arranged in X and Y directions perpendicular to each other. However, it

CFO 14248 US  
November 12, 2003

should be noted that Fig. 5 shows only seven photoelectric conversion elements 4 in each of the directions X and Y in order to simplify the drawing. A photoelectric conversion element array 2 of a-Se is arranged on the upper surface of an FOP 1, and a scintillator sheet 3 which converts radiation incident thereon into visible light, is arranged on the lower surface side of the FOP 1. This multilayer structure is the same as that of the previous embodiment, and a specific feature of each layer and a manufacturing method thereof are also substantially same as those of the previous embodiment. The explanation thereof is therefore omitted in the present embodiment. An example of the outside dimension of the radiation detector is 30cm x 30cm.

CFO 14248 US  
November 12, 2003

The drawings

Fig. 2 shows top view of a main portion of a radiation detector shown in Fig. 1.

Fig. 5 shows top view of a main portion of a radiation detector of a two-dimensional array type, of another embodiment.

- 1: fiber optical plate
- 2, 2A: photoelectric conversion array
- 3, 3A: scintillator sheet
- 4, 4A: photoelectric conversion element
- 5: a-Se layer
- 5A: a-Si layer
- 6: common electrode

JP-10-221456 A

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-221456

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月21日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 1 T 1/20		G 0 1 T 1/20 G
A 6 1 B 6/00	3 0 0	A 6 1 B 6/00 3 0 0 S
G 0 1 T 1/28		G 0 1 T 1/28

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-24830

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月7日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 澤田 良一

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所三条工場内

(72) 発明者 和田 幹生

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所三条工場内

(72) 発明者 足立 晋

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所三条工場内

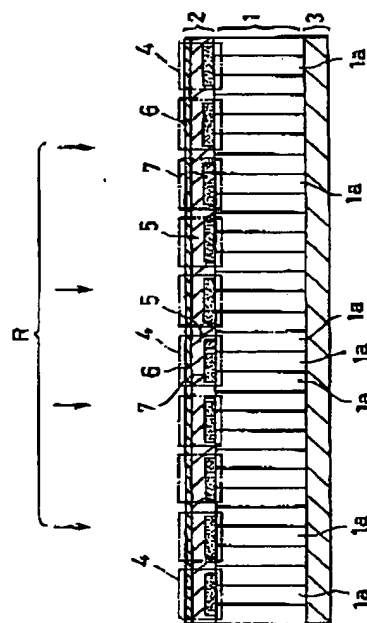
(74) 代理人 弁理士 杉谷 勉

(54) 【発明の名称】 放射線検出器

(57) 【要約】

【課題】 分解能を低下させることなく、放射線検出器の検出感度を高める。

【解決手段】 この発明の放射線検出器は、ファイバ光学プレート (FOP) 1 の上面側にアモルファス Se 製の光電変換素子アレイ 2 が配設され、FOP 1 の下面側にシンチレータシート 3 が配設されている。放射線は光電変換素子アレイ 2 側から入射する。a-Se 膜 5 により入射放射線を直接変換して得る電気信号と、シンチレータシート 3 で入射放射線を光に変えて得られる電気信号とが合わさって、光電変換素子アレイ 2 の検出信号として取り出される。シンチレータシート 3 で発生した光は FOP 1 を介して光電変換素子アレイ 2 に導かれるので、クロストークを回避することができる。



(2)

特開平10-221456

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ファイバーオプティカルプレートの一側面にアモルファスSe（セレン）製の光電変換素子アレイが配設されていて、前記ファイバーオプティカルプレートの他側面に入射放射線を光に変換するシンチレータシートが配設されているとともに、前記光電変換素子アレイ側が放射線入射側となっていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項2】 請求項1に記載の放射線検出器において、光電変換素子アレイにおける各光電変換素子の共通電極が光電変換素子アレイにおける放射線入射面を被覆するよう形成されているとともに、前記共通電極が不透明電極である放射線検出器。

【請求項3】 ファイバーオプティカルプレートの一側面にアモルファスSi（シリコン）製の光電変換素子アレイが配設され、さらに前記光電変換素子アレイの入射放射線を光に変換するシンチレータシートが配設されており、前記ファイバーオプティカルプレートの他側面に別のシンチレータシートが配設されているとともに、前記光電変換素子アレイ側が放射線入射側となっていることを特徴とする放射線検出器。

【請求項4】 請求項3に記載の放射線検出器において、前記2つのシンチレータシートは、前記光電変換素子アレイ上に配設されたシンチレータシートが相対的に薄く、ファイバーオプティカルプレートの他側面に配設されたシンチレータシートが相対的に厚くなっていることを特徴とする放射線検出器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、医用レントゲン装置（医用X線装置）や食品あるいは物品の非破壊検査に使われるX線式検査装置といった各種X線装置等に用いられるアレイ型の放射線検出器に係り、特に放射線検出器の検出感度を高めるための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の各種X線装置のデジタル化志向に対応するべく、X線検出用としての放射線検出器では、1次元ないし2次元のアレイ化が検討されている。レンズ系で縮小ができる光とは異なり、X線はレンズ系による縮小ができないので、放射線検出器のアレイ化は、可視光を検出対象とする検出器のアレイ化に比べ実現が難しいのであるけれども、従来、以下のようなアレイ型の放射線検出器が提案されている。

【0003】ひとつは、入射放射線を光に変換するシンチレータシートと、アモルファスSi（a-Si）製などの光電変換素子アレイとが組み合わされた放射線検出器である。

【0004】もうひとつは、いわゆる1次元ないし2次元のマトリックス配列で形成されたTFT（薄膜トランジスタ）アレイの上に、X線を電気信号に直接に変換で

2

きるアモルファスSe（a-Se）膜を積層形成した放射線検出器である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述のようにしてアレイ化がなされた放射線検出器は、X線検出感度が十分でないという問題がある。

【0006】すなわち、前者のアレイ型の放射線検出器の場合だと、十分な（X線検出）感度を持たせるために、シンチレータシートの厚みを厚くして入射X線による発光量を増加させることが考えられる。しかし、シンチレータシートの厚みと空間分解能とは逆比例の関係にあり、十分な感度を持たせるほどにシンチレータシートを厚くすると、空間分解能が低下して、いわゆるクロストークという別の問題を招来する。

【0007】一方、後者のアレイ型の放射線検出器の場合、原子番号の小さいSe（セレン）は所謂X線ストップピングパワーが十分でないことから、高い（X線検出）感度を持たせるためには、200 $\mu$ mを超える膜厚の厚いSe膜にすることが考えられる。しかし、膜厚を厚くすると、必要なキャリアライフタイムの確保（キャリアの再結合阻止）が難しくなり、極めて高い印加電圧（膜厚200 $\mu$ mだと約2kV）が必要となる。印加電圧の高騰は電気絶縁上や装置構成上での困難性を招来する。また、膜厚を厚くすると空間分解能も低下するという前者の放射線検出器と同じ問題も起こる。

【0008】この発明は、上記問題点を鑑み、高い放射線検出感度を有するアレイ型の放射線検出器を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る放射線検出器は、上記の課題を達成するために、ファイバーオプティカルプレートの一側面にアモルファスSe（セレン）製の光電変換素子アレイが配設されていて、前記ファイバーオプティカルプレートの他側面に入射放射線を光に変換するシンチレータシートが配設されているとともに、光電変換素子アレイ側が放射線入射側となっている。

【0010】また、請求項2の発明は、請求項1に記載の放射線検出器において、光電変換素子アレイにおける各光電変換素子の共通電極が光電変換素子アレイにおける放射線入射面を被覆するよう形成されているとともに、前記共通電極が不透明電極である。

【0011】請求項3の発明に係る放射線検出器は、ファイバーオプティカルプレートの一側面にアモルファスSi（シリコン）製の光電変換素子アレイが配設され、さらに前記光電変換素子アレイの入射放射線を光に変換するシンチレータシートが配設されており、前記ファイバーオプティカルプレートの他側面に別のシンチレータシートが配設されているとともに、前記光電変換素子アレイ側が放射線入射側となっていることを特徴とす

(3)

特開平10-221458

3

4

る。

【0012】請求項4の発明は、請求項2に記載の放射線検出器において、前記2つのシンチレータシートは、前記光電変換素子アレイ上に配設されたシンチレータシートが相対的に薄く、ファイバーオプティカルプレート

の他面側に配設されたシンチレータシートが相対的に厚くなっている。

【0013】〔作用〕次に、この発明の放射線検出器による放射線検出実行の際の作用について説明する。請求項1の放射線検出器で放射線の検出が行われる場合、検出対象の放射線は先ず光電変換素子アレイに入射する。光電変換素子アレイの各光電変換素子はアモルファスSe(a-Se)製であるので、入射放射線の一部が電気信号に直接に変換される。

【0014】光電変換素子アレイを透過した放射線は、さらにファイバーオプティカルプレートを透過してシンチレータシートに入射し、光に変換される。そして、シンチレータシートで発生した光はファイバーオプティカルプレートを介して光電変換素子アレイ側へ導かれて、各光電変換素子で電気信号に変換される。この時、ファイバーオプティカルプレートが介在することにより、シンチレータシート内で放射状に発生した光のうち、ファイバーオプティカルプレートに略垂直に入射する光がファイバーオプティカルプレートを通り、シンチレータシート内の発光点に対向する光電変換素子に到達して電気信号に変換される。

【0015】一方、シンチレータシート内で放射状に発生した光のうち、ファイバーオプティカルプレートに対して傾斜した入射角度をもつ光は、ファイバーオプティカルプレートを通過することなくカットされる。すなわち、発光点から外れた位置にある光電変換素子へ光が入射して空間分解能が低下する現象(クロストーク現象)が避けられるのである。こうして、クロストーク現象が避けられるので、シンチレータシートの厚みを十分に確保できることから、シンチレータシートでの発光量を多くすることもできる。

【0016】したがって、請求項1の放射線検出器では、光電変換素子アレイの各光電変換素子の検出信号は、a-Se膜により入射放射線を直接変換して得る電気信号に、シンチレータシートで入射放射線を光に変えて間接変換して得る電気信号が合わさった信号量の十分なものとなる。なお、上記のように、請求項1の放射線検出器では、光電変換素子アレイ側を放射線の入射側としている。

【0017】請求項2の放射線検出器の場合は、加えて、光電変換素子アレイにおける放射線入射面を被覆するよう形成されている共通電極としての不透明電極が、電圧印加機能に加え、検出対象ではない外乱光の光電変換素子アレイへの入射を阻止する外乱光遮蔽機能を発揮する。

【0018】請求項3の放射線検出器によれば、光電変換素子アレイ上のシンチレータシートに放射線が入射すると、このシンチレータシートによって放射線の一部が光に変換される。この光はシンチレータシートの下にあるアモルファスSi製の光電変換素子アレイによって電気信号に変換される。一方、放射線入射側のシンチレータシートおよび光電変換素子アレイを透過した放射線は、さらにファイバーオプティカルプレートを透過して、他面側のシンチレータシートに入射して、光に変換される。この光はファイバーオプティカルプレートを介して光電変換素子アレイに入射して電気信号に変換される。すなわち、光電変換素子アレイは、ファイバーオプティカルプレートの両面に配設された2つのシンチレータシートでそれぞれ変換された光を電気信号として出力するので、十分な信号強度が得られる。また、放射線入射側のシンチレータシートで発生した光は、その直下の光電変換素子アレイに入射し、また、反対側のシンチレータシートで発生した光は、ファイバーオプティカルプレートに略垂直に入射した光だけがファイバーオプティカルプレートを通過して光電変換素子アレイに入射するので、高い分解能を得ることができる。

【0019】請求項4の放射線検出器によれば、ファイバーオプティカルプレートの他面側に配設されたシンチレータシートが相対的に厚くなっているため、このシンチレータシートによって放射線の多くが光に変換される。発生した光はファイバーオプティカルプレートを介して光電変換素子アレイに導かれるので、ファイバーオプティカルプレートの他面側のシンチレータシートを厚くしても分解能が低下することもない。

【0020】

〔発明の実施の形態〕以下、この発明の放射線検出器の実施例を、図面を参照しながら説明する。図1は実施例に係る1次元アレイ型の放射線検出器の層構造を示す断面図、図2は実施例の放射線検出器の要部構成を放射線入射側から見た状態で示す平面図である。実施例の放射線検出器は、図1に示すように、ファイバーオプティカルプレート(以下、適宜「FOP」と略記)1の上面側(一面側)にa-Se(アモルファス・セレン)製の光電変換素子アレイ2が配設されていて、FOP1の下面側(他面側)に入射放射線を光に変換するシンチレータシート3が配設されている層構造を有しており、光電変換素子アレイ2の側を放射線Rの入射側とする構成である。放射線検出器の外形寸法としては、1cm×30cmのものが例示される。

【0021】FOP1は、多数の光ファイバー1aを束ねた形の板状体であり、光が厚み方向に通り抜ける構成のものである。実施例の放射線検出器で用いられるFOP1としては、特定の形態のものに限定されるものではないけれども、全体の厚みが0.5mm~1mm程度、各光ファイバー1aが径:10μm~100μmで

(4)

特開平10-221456

5

円柱状のガラス製ファイバー又はプラスチック製ファイバーのものが例示される。光ファイバー1aは製造時の耐熱性・耐薬品性あるいは材質安定性を考慮すればガラス製ファイバーが好ましい。

【0022】光電変換素子アレイ2は、一次元配列となっている多数個（例えば、数100～数1000個）の光電変換素子4を備えている。ただし、図1、2では、説明の便宜上、光電変換素子4の数を10個にしている。各光電変換素子4は、X線および光を電気信号に変換する特性を持つa-Se膜5の上側に不透明な共通電極6が設けられ、a-Se膜5の下側に透明な個別電極7が設けられたサンドイッチ構成となっている。

【0023】a-Se膜5は、10 $\mu$ m～200 $\mu$ m程度の膜厚である。個別電極7の平面寸法が事実上1個の光電変換素子4の大きさ（ピクセル寸法）を規定することになるが、個別電極7の寸法は光ファイバー1aの径より大きくなるように選定される。個別電極7の寸法や光ファイバー1aの径は、光電変換素子の数やピクセル寸法に応じて適宜に選定される。共通電極6はバイアス電圧印加用の電極であり、Cr（クロム）製の不透明導電性薄膜が例示される。この不透明な共通電極6は、図2に示すように、a-Se膜5の表面にa-Se膜全域を被覆するよう形成されている。又、個別電極7は電気信号取出用の電極であり、ITO（インジウム・錫と酸素の合金物）や酸化錫等の透明導電性薄膜が例示される。共通電極6や個別電極7の膜厚みは数100オングストローム程度である。

【0024】シンチレータシート3は、300 $\mu$ m～500 $\mu$ m程度の膜厚のものである。シンチレータシート3は、特定の材質のものに限らず、Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:SにTeがドーピングされた（Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:S:Te）、沃化セシウムに銀がドーピングされた（CsI:Ag）、硫化アエンに銀がドーピングされた（ZnS:Ag）などのX線に感応して可視光を生じる材料からなるシートが用いられる。

【0025】また、実施例に示す放射線検出器では、図2に示すように、光電変換素子アレイ2で検出された信号を読み出すための信号読出部10もFOP1の上面側に設けられている。この信号読出部10はTFTアレイ11とシフトレジスタ12とからなる。TFTアレイ11には各光電変換素子4に対して1個の割り当てとなる数でTFT（薄膜MOSトランジスタ）13が配備されている。各TFT13では、ドレインが光電変換素子4の個別電極7にそれぞれ接続され、ソースが信号取出端子14に繋がる共通ライン15に接続され、ゲートがシフトレジスタ12の対応端子にそれぞれ接続されている。

【0026】実施例の放射線検出器は、次のようにして製造される。FOP1の上面に個別電極7用の薄膜蒸着やa-Se膜5の積層形成および共通電極6用のCr薄膜の積層形成を（必要に応じてパターンニングも）行っ

6

て光電変換素子アレイ2を形成するとともに、信号読出部10用のTFTアレイ11やシフトレジスタ12を設ける。この後、FOP1の下面にシンチレータシート3を接着剤等で貼り合わせる。

【0027】なお、光電変換素子2やTFTアレイ11およびシフトレジスタ12をFOP1とは別の透明ガラス基板の上に形成してから、ガラス基板の裏面をFOP1の上面に貼り合わせるとともに、FOP1の下面にシンチレータシート3を貼り合わせるようにしてもよい。

【0028】次に、以上に述べた構成を有する実施例の放射線検出器の検出動作について説明する。実施例の検出器を用いて検査対象の被検体のX線透過像を得る場合、図3に示すように、被検体Mを間にしてX線管Uと対向する位置へ放射線検出器を光電変換素子アレイ2をX線入射側にして配置し、X線管Uを駆動して被検体MにX線Rを照射する。被検体Mを透過したX線は放射線検出器の光電変換素子アレイ2の側から入射する。

【0029】入射X線の一部はa-Se膜5の中に電子-正孔（ホール）対を生成し各光電変換素子4の電気信号として変換される。さらに、入射X線の大部分はa-Se膜5およびFOP1を透過した後、シンチレータシート3に入射して吸収され光に変換される。図4に示すように、発光点では光が球面状に拡がることになる。そして、さらに、それらの光はシンチレータシート3内や境界面で反射や散乱を繰り返す。そして、FOP1における光ファイバー1aの径や光の進行方向にもよるが、図4に示すように、光ファイバー1aの端面にはほぼ垂直に入射する光がFOP1に入り通過して上面の光電変換素子アレイ2へ到達する。光ファイバー1aの端面に斜めに入射する光はFOP1の端面で反射されるか、あるいはFOP1に入射しても、FOP1内で反射を繰り返すうちに減衰する。したがって、発光点から略真上に放射された光が、その発光点の真上の光電変換素子4に集中的に入射するので、クロストーク現象が抑えられる。FOP1を介して光電変換素子4に入射した光も電気信号に変換される。

【0030】こうして、各光電変換素子4では、X線の直接変換による電気信号と光変換を介するX線の間接変換による電気信号とが合わさった十分な量の検出信号を得ることができる。なお、実施例の検出器の場合、a-Se膜5の全域を覆う不透明な共通電極6によって、検出対象外の外乱光の光電変換素子アレイ2への入射が阻止されるので、信号ノイズが少ないという利点もある。各光電変換素子4で得られた検出信号は、それぞれ、信号読出部10により、次のようにして出力端子14から取り出されることになる。

【0031】信号読出部10のシフトレジスタ12は、読み出し指令信号を受信しなければ、全TFT13をオフ（ドレイン・ソース間遮断状態）とする。シフトレジスタ12の制御端子15に読み出し指令信号が入力され

50



(5)

特開平10-221456

7

ると、先ず最も左側のTFT13だけをオン（ドレイン・ソース間導通状態）にする。最も左側のTFT13がオンになると、最も左側の光電変換素子4のみが出力端子14と接続されて、最も左側の光電変換素子4の検出信号だけが取り出されることになる。シフトレジスタ12は次に最も左側のTFT13はオフにして左側から2番目のTFT13だけをオンにする。左側から2番目のTFT13だけがオンになると、左側から2番目の光電変換素子4のみが出力端子14と接続され、その検出信号が取り出されることになる。以下、同様にして各光電変換素子4ごとに検出信号が出力端子14から取り出されてゆく。すなわち、実施例の放射線検出器では、光電変換素子アレイ2の各光電変換素子4の検出信号がシリアルで読みだされる構成となっているのである。

【0032】こうして、実施例の放射線検出器では、光電変換素子アレイの各光電変換素子の検出信号が、a-Se膜により入射放射線を直接変換して得る相当量の電気信号に、十分な厚みのシンチレータシートで入射放射線を光に変えて間接変換して得る相当量の電気信号が合わさった十分な信号量のものとなり、高感度化が実現されることになる。

【0033】次に、他の実施例の放射線検出器を図面を参照しながら説明する。図5は他の実施例に係る2次元アレイ型の放射線検出器の要部構成を放射線入射側から見た状態で示す平面図である。本実施例の放射線検出器は、図5に示すように、X方向およびY方向の2方向に多数個（数100～数1000）の光電変換素子4が直交配列された2次元アレイ型である。但し、図5では作図の便宜上、X、Y方向にそれぞれ7個の光電変換素子4を配置してある。FOP1の上面側にa-Se製の光電変換素子アレイ2が配設され、FOP1の下面側に入射放射線を光に変換するシンチレータシート3が配設されている層構造は先の実施例と同じであり、層構造における各部の具体的構成や製造方法も実質的に同じであるから説明は省略する。放射線検出器の外形状としては、30cm×30cmのものが例示される。

【0034】図5に示すように、不透明な共通電極6がa-Se膜5の全域を被覆するように設けられ、透明な個別電極7がa-Se膜5の下側に透明な個別電極7が設けられている構成も上述した実施例と同様である。したがって、本実施例の検出器の場合も、a-Se膜5の全域を覆う不透明な共通電極6が、検出対象外の外乱光の光電変換素子アレイ2への入射を阻するので、信号ノイズが少ないという利点がある。

【0035】図6は、図5に示した実施例の検出器のa-Se膜5および共通電極6を省略した模式的平面図である。本実施例の放射線検出器では、図6に示すように、信号読出用のTFTアレイ21を構成するTFT22が光電変換素子4の間に形成されていると共に、信号読出用に2個のシフトレジスタ23、24が設けられて

8

いる。TFT22は各光電変換素子4に対して1個の割り当てとなるよう形成されている。各TFT22では、ドレインが光電変換素子4の個別電極7にそれぞれ接続され、ソースが信号取り出し用の共通ライン25にそれぞれ接続され、ゲートが読み出し素子指定用の共通ライン26にそれぞれ接続されている。共通ライン25はシフトレジスタ23の対応端子に繋がり、共通ライン26はシフトレジスタ24の対応端子に繋がっている。

【0036】本実施例の放射線検出器の検出動作の際には、先の実施例と同様、各光電変換素子4で検出信号が得られた後、次のようにして出力端子20から取り出されることになる。シフトレジスタ23、24が、読み出し指令信号を受信しなければ、全TFT22はオフである。シフトレジスタ23、24の制御端子28、29に読み出し指令信号が入力されると、シフトレジスタ24が最も左側の共通ライン26だけに電圧を加え、電圧が加えられた共通ライン26にゲートが繋がる縦（Y方向）1列分のTFT22をオンにする。オンになった縦1列分のTFT22と対応する縦1列分の光電変換素子4の検出信号が各共通ライン25を介してシフトレジスタ23に取り込まれた後、読み出し指令に従って、出力端子20から順に取り出される。

【0037】次に、シフトレジスタ24が左側から2番目の共通ライン26だけに電圧を加え、電圧が加えられた共通ライン26にゲートが繋がる縦（Y方向）1列分のTFT22をオンにする。オンになった縦1列分のTFT22と対応する縦1列分の光電変換素子4の検出信号がシフトレジスタ23に取り込まれた後、読み出し指令に従って、出力端子20から順に取り出される。以下、同様にして、光電変換素子4から縦1列ごとに検出信号が読みだされる。すなわち、本実施例の放射線検出器も、光電変換素子アレイ2の各光電変換素子4の検出信号がシリアルで読み出される構成である。

【0038】さらに、別の実施例（請求項3、4の発明の実施例）の放射線検出器を図面を参照しながら説明する。図7は別の実施例に係る放射線検出器の層構造を示す断面図である。本実施例の放射線検出器は、図7に示すように、ファイバーオプティカルプレート1の上面側（一面側）にa-Si（アモルファス・シリコン）製の光電変換素子アレイ2Aが配設され、この光電変換素子アレイ2Aの上にも、入射放射線を光に変換するシンチレータシート3Aが被着されている他は、先の実施例と同じ構成であり、共通する部分の図示や説明は省略する。入射放射線はシンチレータシート3Aの表面から入る。勿論、本実施例の放射線検出器においても、先の実施例の場合と同様、1次元アレイ型の構成に限らず、2次元アレイ型の構成もある。

【0039】ここでは、光電変換素子アレイ3Aは、1次元配列となっている多数個の光電変換素子4Aを備えている。各光電変換素子4Aは、光を電気信号に変換す

(6)

特開平10-221458

9

る特性を持つa-Si膜5Aの上側にバイアス電圧印加用の透明な共通電極6Aが設けられ、a-Si膜5Aの下側に、透明な個別電極7Aが設けられたサンドイッチ構成となっている。この実施例においても、個別電極7Aの平面寸法が事実上1個の光電変換素子4Aの大きさ（ピクセル寸法）を規定することになるが、やはり個別電極7Aの寸法は光ファイバー1aの径より大きくなるように選定される。共通電極6Aや個別電極7Aには、ITO（インジウム・錫と酸素の合金物）や酸化銅等の透明導電性薄膜が用いられる。

【0040】また、シンチレータシート3Aについては、ファイバーオプティカルプレート1の下面側（他面側）に設けられたシンチレータシート3よりも相対的に厚みが薄くなっている。シンチレータシート3Aの材料としては、シンチレータシート3と同様、[Gd, O, S:Te]などのX線に感応して可視光を生じる材料が挙げられる。

【0041】なお、本実施例の放射線検出器における光電変換素子4Aの平面配置構成（アレイの配置）や、各光電変換素子4Aで検出された信号を読み出すために必要な回路構成、あるいは、放射線検出器の製造過程についても、先の実施例と同様であるので、説明は省略する。

【0042】次に、別の実施例の放射線検出器の検出動作を説明する。この場合も、図3に示すように、被検体Mを問にしてX線管Uと対向する位置へ放射線検出器を光電変換素子アレイ2AをX線入射側にして配置し、X線管Uを駆動して被検体MにX線Rを照射することになる。まず、被検体Mを透過したX線はシンチレータシート3Aに入射する。入射X線の一部はシンチレータシート3Aに入射して吸収され光に変換される。残りの入射X線はa-Si膜5AおよびFOP1を透過した後、シンチレータシート3へ入射して吸収され光に変換される。シンチレータシート3はシンチレータシート3Aよりも厚いので、発光量は、シンチレータシート3の方が多くなる。

【0043】シンチレータシート3Aは薄いので、シンチレータシート3Aで生じた光は発光点の真下の光電変換素子4Aに集中的に入射し、クロストーク現象が抑えられる。一方、シンチレータシート3で生じた光に関しては、発光点では光が球面状に拡がることになるが、先の実施例と同様、FOP1の介在により、発光点の真上の光電変換素子4Aだけに光が集中的に入射され、発光点から外れた位置にある光電変換素子4Aには光が殆ど入射せず、クロストーク現象が抑えられる。シンチレータシート3、3Aの両方から光電変換素子4Aに入射した光は一緒に電気信号に変換され、後は先の実施例と同様、十分な量の検出信号として個別電極7Aから取り出されることになる。

【0044】この発明は、上記実施例に限られるもので

10

はなく、下記のように変形実施することが出来る。

（1）上記実施例では、光電変換素子アレイの各光電変換素子の検出信号がシリアルで読みだされる構成であったが、各光電変換素子の検出信号がパラレルで読みだされる構成の放射線検出器が、信号取り出し速度の早い変形実施例として挙げられる。

【0045】（2）上記実施例では、光電変換素子の検出信号の取り出し回路が併設されていたが、検出信号の取り出し回路が分離して設けられた構成の放射線検出器が、変形実施例として挙げられる。

【0046】（3）図7に示した実施例の放射線検出器では、X線入射側のシンチレータシート3Aの方が、FOP1の下面側のシンチレータシート3より厚みが薄い構成であったが、必ずしも、シンチレータシート3Aの方がシンチレータシート3よりも薄い必要はない。例えば、シンチレータシート3Aとシンチレータシート3が同じ厚みの構成のものが、他の実施例として挙げられる。

【0047】

【発明の効果】請求項1の放射線検出器によれば、検出対象の全放射線が先ずa-Se製の光電変換素子アレイに入射して直接変換で相当量の電気信号が得られるのに加え、光変換を介しての間接変換でも相当量の電気信号も得られ、両電気信号が合わさって全体として検出信号量が多くなる結果、高い放射線検出感度を持ったアレイ化が可能である。また、ファイバーオプティカルプレートによりクロストーク現象が避けられるので、高い空間分解能が得られる。さらに、ファイバーオプティカルプレートの他面側のシンチレータシートを厚くすることにより、分解能を下げることなく、検出感度を一層高めることができる。

【0048】請求項2の放射線検出器によれば、光電変換素子アレイにおける放射線入射面を被覆する不透明電極が、検出対象外の外乱光の光電変換素子アレイへの入射を阻止する役割を兼ねているので、信号ノイズが少なくなるという利点がある。

【0049】請求項3の放射線検出器によれば、検出対象の放射線の一部が先ずX線入射側のシンチレータシートで光に変換されてa-Si製の光電変換素子アレイにより電気信号に変換されると同時に、光電変換素子アレイを透過した放射線も、クロストーク回避用ファイバーオプティカルプレートの他面側のシンチレータシートで光となった後、光電変換素子アレイで電気信号に変換され、両電気信号が合わさって全体として検出信号量が多くなる結果、空間分解能を低下させることなく、高い検出感度を持った放射線検出器を実現することができる。

【0050】請求項4の放射線検出器によれば、放射線入射側のシンチレータシートで光に変換されたなかった放射線も、ファイバーオプティカルプレートの他面側に設けられた厚いシンチレータシートにより十分に光に変

(7)

特開平 10 221456

11

12

換されるので、放射線検出感度がより高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の1次元アレイ型の放射線検出器の層構造を示す断面図である。

【図2】図1の放射線検出器の要部構成を示す平面図である。

【図3】実施例の放射線検出器の使用状態を示す説明図である。

【図4】実施例の放射線検出器のシンチレータでの光発生状況を示す模式図である。

【図5】他の実施例の2次元アレイ型の放射線検出器の要部構成を示す平面図である。

\*【図6】図5の放射線検出器の部分構成を模式的に示す平面図である。

【図7】別の実施例の放射線検出器の層構造を示す断面図である。

【符号の説明】

1…ファイバーオプティカルプレート

2, 2A…光電変換素子アレイ

3, 3A…シンチレータシート

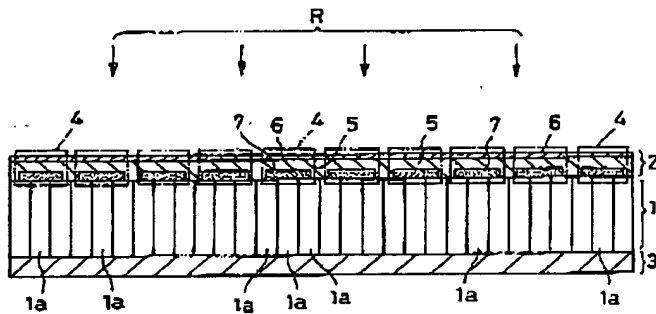
4, 4A…光電変換素子

10 5…a-Se膜

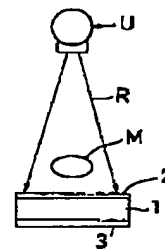
5A…a-Si膜

\* 6…共通電極

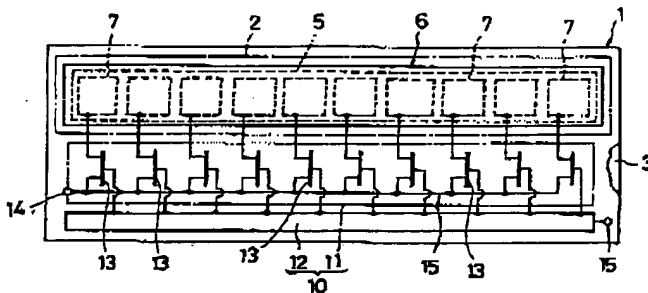
【図1】 Fig. 1



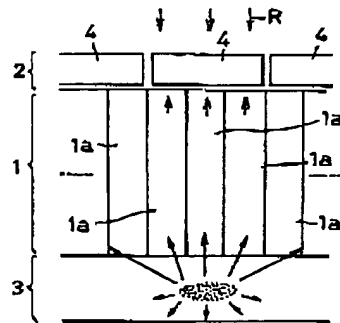
【図3】 Fig. 3



【図2】 Fig. 2



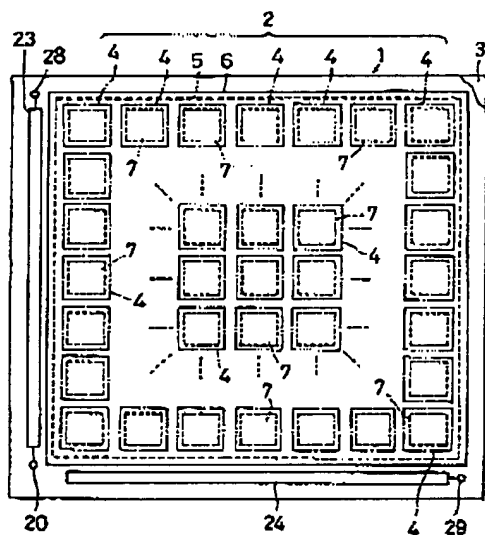
【図4】 Fig. 4



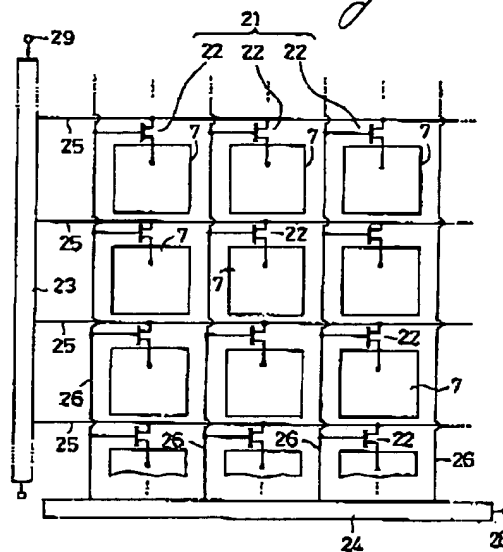
(8)

特開平10-221458

【図5】 Fig. 5



【図6】 *Fig. 6*



【图7】 Fig. 7

